

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЧИРПИРОВАННЫХ ГОЛОГРАФИЧЕСКИХ КПЖК ФОТОННЫХ СТРУКТУР ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ПРОСТРАНСТВЕННО- НЕОДНОРОДНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ

А. О. Семкин, С. Н. Шарангович

Томский государственный университет систем управления
и радиоэлектроники, Томск, Россия
E-mail: a.o.semkin@gmail.com

Неоднородные фотонные структуры (ФС) имеют широкий спектр возможных применений. Среди них – повышение эффективности ввода излучения в волокна, за счет более широкой угловой апертуры таких структур. Данный эффект для дифракционных решеток с линейно меняющимся периодом в фотополимерных материалах был показан в [1]. Формирование подобных структур в капсулированных полимером жидких кристаллах (КПЖК) позволяет управлять их характеристиками, а пространственная неоднородность воздействия позволяет частично компенсировать неоднородность отклика структуры на внешнее поле.

Целью данной работы является исследование влияния вида неоднородности управляющего электрического поля на дифракционные характеристики чирпированных фотонных КПЖК-структур с точки зрения максимальной компенсации их асимметрии.

Для описания дифракционного поля на выходе ДС воспользуемся методикой, приведенной в [2–5]. Распределение амплитуды дифракционного поля найдено путем решения уравнений связанных волн (УСВ) двумерной дифракции Брэгга необыкновенных волн для однородного амплитудного профиля и квазиквадратичного фазового профиля ДС [2, 3] при пространственно неоднородном электрическом поле, заданном в виде $E(y) = \text{ch}[c \cdot (s \cdot y - t)]^{-1} - g$, где y – координата, направленная вдоль вектора решетки; c, s, t, g – коэффициенты аппроксимации.

Вид функции $E(y)$ приведен на рис. 1, а. Амплитудные распределения дифракционного поля на выходе ФС $|E_1(\Delta, E)|^2$ в зависимости от относительной фазовой расстройки Δ , определенные аналогично [2], для функций различного вида, при $E = 1.1E_c$, представлены на рис. 1, б.

Для количественной оценки компенсации асимметрии характеристики ФС внешним воздействием $E(y)$ различной формы (см. рис. 1, а), в зависимости от величины воздействия, оценим симметрию зависимости $|E_1(\Delta, E)|^2$ относительно прямой $\Delta = 0$ по следующему выражению:

$$\delta(E) = \left(\int_{-20}^0 |E_1(\Delta, E)|^2 d\Delta - \int_0^{20} |E_1(\Delta, E)|^2 d\Delta \right) \cdot \left(\int_{-20}^0 |E_1(\Delta, E)|^2 d\Delta \right)^{-1} \cdot 100\%. \quad (1)$$

Результаты вычислений $\delta(E)$ приведены на рис. 1, в.

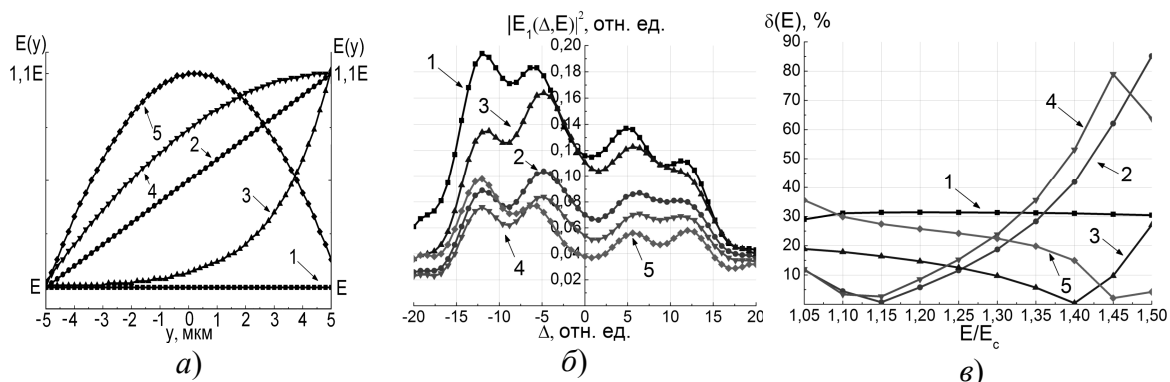


Рис. 1. Вид функции неоднородности внешнего воздействия (а), соответствующие дифракционные характеристики (б) и оценка компенсации неоднородности характеристики (в)

Из анализа рис. 1 видно, что однородное воздействие различной величины (кривая 1) обуславливает асимметрию характеристики на уровне около 31 % (рис. 1, в). Линейно неоднородное воздействие (кривая 2) и возрастающая, выпуклая вверх функция (кривая 4) обеспечивают компенсацию асимметрии характеристики до уровня не более 10 % при величинах напряженности внешнего поля $E = 1 \div 1.25E_c$, однако при величине $E > 1.35E_c$ степень неоднородности характеристики ДС резко возрастает. С другой стороны, возрастающая, выпуклая вниз (кривая 3) и колоколообразная (кривая 5) функции внешнего воздействия компенсируют асимметрию характеристики до уровня не более 10 % при величинах напряженности внешнего поля $E = 1.3 \div 1.5E_c$ и более.

Таким образом, показано, что для каждой области значений величины напряженности внешнего поля существует свой оптимальный вид функции неоднородности внешнего воздействия $E(y)$.

Работа выполнена в рамках базовой части гос. задания Минобрнауки РФ на 2015 год (проект № 3642).

1. Dovolnov E. A., Sharangovich S. N., Sheridan J. T. // OSA Trends in Optics and Photonics Series (TOPS). 2005. 99. P. 337–342.
2. Семкин А. О., Шарангович С. Н. // Фотоника нано и микроструктур: Матер. 3-й Междунар. школы-семинара. Томск: ТУСУР, 2015. С. 35.
3. Кушнарев И. Н., Шарангович С. Н. // ЖТФ. 1993. Т. 63, № 2. С. 24–42.
4. Семкин А. О., Шарангович С. Н. // Квантовая электроника: Матер. IX Междунар. науч.-техн. конф. Минск: Изд. центр БГУ, 2013. С. 24–25.
5. Семкин А. О., Шарангович С. Н. // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. 2014. №.1 (31). С. 136–140.